



دوره آموزشی آنلاین

## ایمنی در برق و پیشگیری از حوادث برق گرفتگی

مهندس عبدالخالق مجیری

### تعریف مدار بی برق :

مدار بی برق مداری است که از منابع تغذیه جدا و اتصال زمین (ارت) شده باشد. (جداسازی و بدون انرژی نمودن)

### فرد مجاز :

فردی است که علاوه بر مهارت های فنی - اجرایی، آموزش های لازم ایمنی را درمراجع ذیصلاح با موفقیت طی نموده و از طرف مدیریت مربوطه معرفی شده باشد.



**عادی سازی محیط :**

حصول اطمینان از رفع خطر، برداشتن اتصال زمین های موقت و بازگرداندن محیط کار به حالت عادی است.

**اتصال زمین :**

اتصال زمین یعنی ارتباط الکتریکی مطمئن با زمین به منظور هم پتانسیل نمودن خط یا دستگاه در تمام مدتی که کار اجرایی یا تعمیراتی روی آن انجام می شود.

**قفل ایمنی :**

وسیله ایست که برای جلوگیری از قطع و وصل های غیر مجاز روی کلیدها و تجهیزات الکتریکی به کار می رود.

3

**سرپرست گروه :**

فردی که علاوه بر وظایف محوله اجرایی، مسئولیت ایمنی گروه را نیز عهده دار می باشد.

**فرم اجازه کار :**

فرمی که در آن، زمان، محدوده و نحوه ی بی برق شدن مدار مشخص و اجازه کار لازم را به درخواست کننده (مسئول) می دهد.



**آزمایش الکتریکی :**

بررسی و آزمایش هایی است که به منظور حصول اطمینان از بی برقی تأسیسات و تجهیزات صورت می گیرد.

**تخلیه الکتریکی مدار :**

مجموعه عملیاتی است که به منظور خنثی کردن جریان یا ولتاژهای القایی و خازنی تأسیسات صورت می گیرد.

**فاصله مجاز کار :**

حداقل فاصله ایست که مجریان را در هنگام کار از حوادث برق گرفتگی مصون می دارد.

**دستورالعمل کار بر روی مدارهای بی برق (سرد)**

عموماً کار اجرایی الکتریکی به دو صورت، برقدار یا بی برق انجام می شود

که دستورالعمل کار به صورت بی برق عبارتند از:

۱- اخذ اجازه کار قبل از شروع کار توسط سرپرست یا مجری

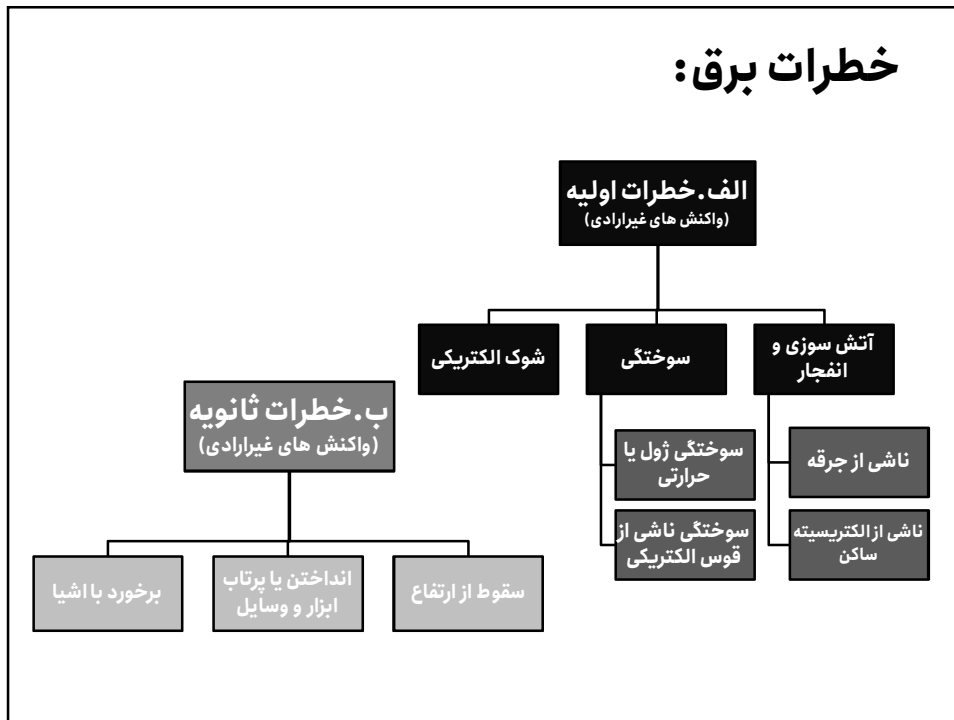
۲- استفاده از لوازم حفاظت فردی و گروهی مناسب کار (P.P.E)

۳- قطع مدار الکتریکی

۴- آزمایش و اطمینان از بی برقی مدار

۵- اتصال زمین موقت مدار در دو طرف محل کار

۶- ایمن سازی محیط کار




## شوک الکتریکی

یک تحریک ناگهانی و اتفاقی سیستم عصبی بدن بر اثر عبور جریان الکتریکی است

عوارض ناشی از شوک الکتریکی

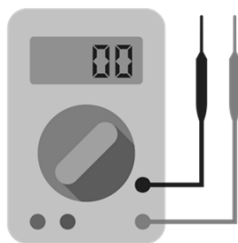
- انقباض ماهیچه ها
- خفگی
- فیبریلاسیون قلب
- سوختگی



### راه های ایجاد برق گرفتگی (شوک الکتریکی)

- ❖ تماس با هر دو هادی یا سیم مدار برقدار (فاز و نول یا فاز و فاز)
- ❖ تماس با سیم فاز مدار برقدار و زمین
- ❖ تماس با سیم نول و زمین در شرایط عدم تعادل بار فازها
- ❖ تماس با بدنه فلزی دستگاه هایی که دارای اتصالی بدنه باشند (ولتاژ تماسی)
- ❖ تخلیه بار الکتریکی ذخیره شده از دستگاه هایی که انرژی را ذخیره می کنند مانند خازن ها ، سرکابل ها ، کابل های فشارقوی بلند ، خطوط طولانی فشارقوی
- ❖ ایجاد پتانسیل بین دو پا در شرایط اتصالی فاز با زمین یا تخلیه جریان رعد و برق به زمین

### عوامل مؤثر در برق گرفتگی



- ❖ ولتاژ
- ❖ شدت جریان
- ❖ مقاومت بدن انسان
- ❖ مسیر عبور جریان و سطح تماس
- ❖ نوع جریان
- ❖ مدت زمان عبور جریان برق
- ❖ فرکانس برق
- ❖ عوامل دیگر

### حداکثر ولتاژ مجاز تماس در شرایط عادی

برای برق A.C با فرکانس 50Hz

- آستانه احساس ولتاژ در بدن ۱۰ تا ۱۲ ولت می باشد.
- طبق استاندارد بین المللی (IEC)  $50 \text{ Volt} \leq$

برای برق D.C

- طبق استاندارد  $120 \text{ Volt} \leq$

### شدت جریان الکتریکی

برای برق A.C با فرکانس 50Hz

- آستانه احساس شدت جریان الکتریکی ۱ میلی آمپر
- شدت جریان بدون خطر ۸ تا ۱۰ میلی آمپر
- تقریباً از ۱۵ میلی آمپر عضلات شروع به سفت شدن می کنند.
- شدت جریان خطرناک ۲۵ میلی آمپر

برای برق D.C

- شدت جریان خطرناک ۵۰ میلی آمپر

## مقاومت الکتریکی بدن

پوست بدن بیشترین مقاومت الکتریکی را ایجاد می نماید.

میانگین مقاومت الکتریکی بدن:

- برای برق فشارضعیف ۳۵۰۰ اهم
- برای برق فشارقوی ۱۰۰۰ اهم
- برای برق جریان مستقیم ۴۵۰۰ اهم

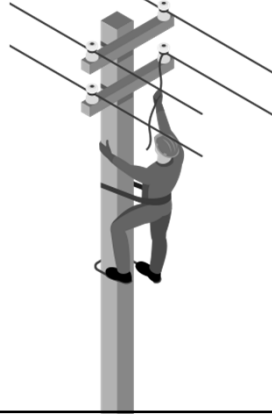
۱۳

## نوع جریان

- پوست بدن در مقابل جریان D.C دارای مقاومت الکتریکی بیشتری نسبت به جریان A.C است.
- انسان به جریان متناوب نسبت به جریان مستقیم حدوداً ۵ برابر بیشتر حساس می باشد.
- علت مرگ در جریان A.C ← انقباض عضلات به دلیل فرکانس برق
- علت مرگ در جریان D.C ← تجزیه خون و مسمومیت

### مسیر عبور جریان برق

- خطرناکترین مسیر عبور جریان از قلب ، شش ها و مغز می باشد
- هرچه سطح تماس بیشتر باشد شدت برق گرفتگی بیشتر خواهد بود.



### مدت زمان عبور جریان از بدن

- ۱۰۰ میلی آمپر در مدت ۳ ثانیه باعث فیبریلاسیون قلب و قطع ضربان می شود.
- ۲۵ میلی آمپر در مدت ۵ ثانیه باعث مرگ می شود.

$$I = \frac{116}{\sqrt{t}}$$

<b>T = 1s , I=116 mA</b>
<b>T = 4s , I = 58 ma</b>
<b>T = 9s , I = 38.6 mA</b>

### اثر فرکانس در برق گرفتگی

- فرکانس های ۵۰ و ۶۰ هرتز خطرناکترین فرکانس برای بدن انسان می باشند و باعث حداکثر تحریک در انتهای عصب می شوند.
- جریان در فرکانس های بسیار بالا در حدود چند کیلوهرتز از سطح بدن می گذرد و برق گرفتگی رخ نمی دهد.

### عوامل دیگر

- ✓ سن افراد ، خستگی ، تشنگی ، گرسنگی ، بیماری ، مشکلات روانی و روحی ، درجه حرارت ، رطوبت ، شرایط جوی و محیطی و... در شدت یا ضعف برق گرفتگی مؤثرند.
- ✓ به طور کلی :
- ✓ شرایط جسمی ، روحی و روانی ، جوی ، شغلی

## سوختگی

- عبور جریان برق در طول هادی طبق قانون ژول ایجاد حرارت ( $I^2RT$ ) می نماید. بنابراین تماس با هادی برقدار و یا عبور جریان برق از بدن موجب سوختگی می شود.
- سوختگی مهمترین اثرات بعدی حوادث الکتریکی است.
- سوختگی ناشی از ولتاژ فشار ضعیف و فشار قوی متناوب بسیار جدی و عمیق است. شوک الکتریکی ناشی از ولتاژهای فشار قوی ممکن است بر اثر پایین بودن شدت جریان خیلی شدید نباشد ولی سوختگی ناشی از آن بدلیل ولتاژ فشار قوی و ایجاد قوس الکتریکی ممکن است وسعت زیادی از بدن را به پوشاند و بسیار جدی شود.

## قوس الکتریکی Arc Flash

- قوس الکتریکی یک اتصال کوتاه از طریق هوا که از یک هادی برقدار بدون روکش به هادی دیگری یا به زمین می زند.
- قوس الکتریکی می تواند موجب سوختگی های جدی یا برق گرفتگی گردد.

### علل معمول آن:

- ایجاد اتصال کوتاه به وسیله برخورد یک ابزار به مدار
- استفاده از وسایل معیوب یا غیر استاندارد یا نصب ناصحیح
- شکست عایقی
- خوردگی یا گرد و غبار یا آلودگی های دیگر در سطح هادی



### ■ دلایل ایجاد آتش سوزی الکتریکی

- اضافه حرارت کابل ها و تجهیزات الکتریکی ناشی از اضافه بار هادی ها  
(Over load)
- حرارت ناشی از شل بودن اتصالات مدار الکتریکی  
(Loose connection)
- جریان های ناشی از ایزولاسیون نامناسب و ضعیف  
(Earth leakage)
- حرارت ناشی از اضافه جریان حاصل از اتصال کوتاه  
(short circuit)
- اضافه حرارت مواد قابل اشتعال در نزدیکی تجهیزات الکتریکی  
(Over heat)
- روشن شدن مواد قابل اشتعال بوسیله قوس یا جرقه وسایل الکتریکی  
(Spark / Flash)

### تعريف برق گرفتگی :

- وقتي اختلاف پتانسيل الكتريكي بين دو نقطه از بدن ايجاد به طوریکه جريان برق از يك نقطه از بدن وارد و از نقطه ديگري خارج شود، برق گرفتگی رخ مي دهد.
- وقتي بدن انسان مدار الكتريكي را به بندد يا كامل كند.
- وقتي جريان الكتريكي از بدن به زمين تخلیه شود.

### انواع برق گرفتگی :

- برق گرفتگی از طريق تماس مستقيم
- برق گرفتگی از طريق تماس غيرمستقيم

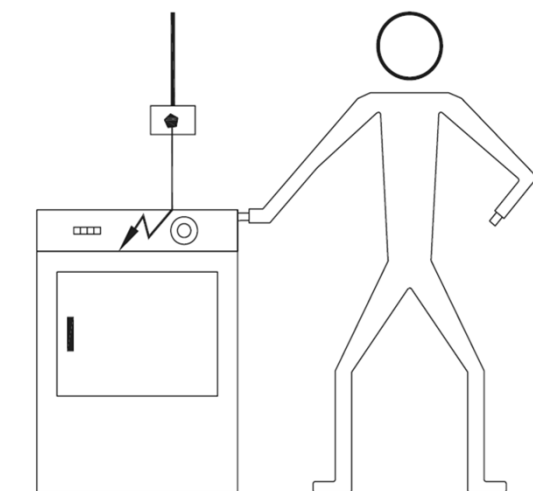
### برق‌گرفتنی از طریق تماس مستقیم :

هنگامی که سیستم الکتریکی سالم است و انسان بر اثر سهل انگاری با هادی برقدار (مانند فازها ، باس بارها ، پوشینگ ها و...) دریک یا دو نقطه تماس می‌گیرد.

### برق‌گرفتنی از طریق تماس غیرمستقیم :

هنگامی که یک هادی برقدار بر اثر خراب شدن عایق بندی با بدنه فلزی دستگاه الکتریکی تماس می‌یابد (یعنی بدنه هادی دستگاه که معمولاً برقدار نمی باشد به طور اتفاقی بدلیل شکست عایقی برقدار شود ) و انسان با همان بدنه برقدار تماس یابد.

### تماس غیرمستقیم



۳۶

### راه‌های کلی حفاظت در مقابل برق‌گرفتگی با تماس مستقیم یا غیرمستقیم :

- جلوگیری از عبور جریان الکتریکی از بدن انسان (مانند استفاده از لوازم حفاظت فردی)
- محدود کردن جریان عبوری از بدن در حد مجاز یا کمتر از جریان برق‌گرفتگی (استفاده از کلید FI)
- قطع خودکار مدار تغذیه به محض بروز برق‌گرفتگی (فقط برای تماس غیرمستقیم)، استفاده از سیستم ارت

### ایمنی در مقابل برق‌گرفتگی تماس مستقیم در شرایط عادی :

( ۱ ) ایمنی کامل

الف- عایق بندی قسمت‌های برقدار (عایق کردن اساسی)

ب- پوشاندن و محفوظ یا محصور کردن

( ۲ ) ایمنی مشروط : خارج از دسترس قرار دادن

( ۳ ) ایمنی مضاعف : کلید FI

**الف- عایق بندی قسمت های برقدار:**

- اجزای تجهیزات الکتریکی در ولتاژهای مختلف بایستی به طور مناسب از یکدیگر و از بدنه به وسیله عایق ایزوله گردند.
  - تمام قسمت های فعال دستگاه در داخل یک عایق کامل قرار می گیرند تا امکان دسترسی وجود نداشته باشد.
  - این عایق باید تحمل ولتاژ، جریان، حرارت و فشارهای مکانیکی را داشته باشد.
- (مانند عایق کابل ها، سرکابل ها و مفصل ها، عایق کردن سیم در جعبه تقسیم یا محل اتصالات با نوارهای عایق برق )

**ب- پوشاندن و محفوظ کردن: (محفظه ها و حصارها)**

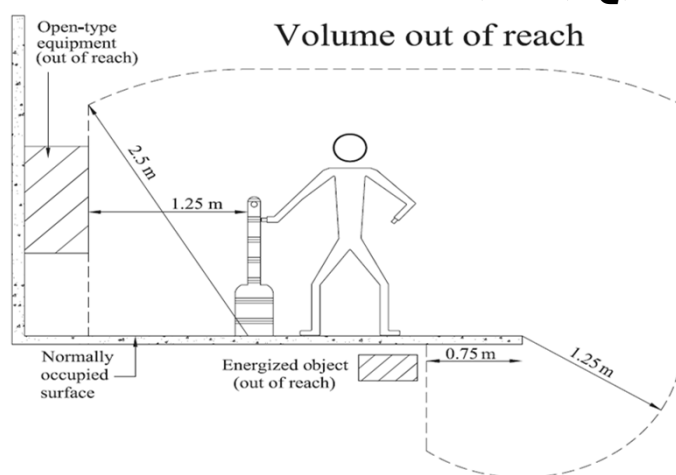
تمام قسمت های فعال دستگاه باید زیر یک حفاظ یا داخل یک پوشش حفاظتی قرار گیرند تا از تماس اتفاقی یا عمدی با قسمت های برقدار بدون کمک ابزاری خاص جلوگیری شود.

مانند قسمت های برقدار داخل تابلو، داخل کوبیکل ها

### ۳) ایمنی مشروط: استقرار در خارج از دسترس

با قطعات تحت ولتاژ که قرار دادن مانع یا راه بند یا حفاظ و حصارهایی بین قسمت های برقدار و محل دسترسی افراد، توسط رعایت فاصله برای جلوگیری از نزدیک شدن اتفاقی به احتمال خطر تماس با آن وجود دارد.  
(چون گذشتن از مانع به طور عمدي امکان پذیر می باشد، به همین دلیل این ایمنی را مشروط می نامند)  
این موانع یا راه بندها می توانند پاراوان، فیبر استخوانی، نرده توری و حصار و غیره باشند).

### خارج از دسترس



۳۲

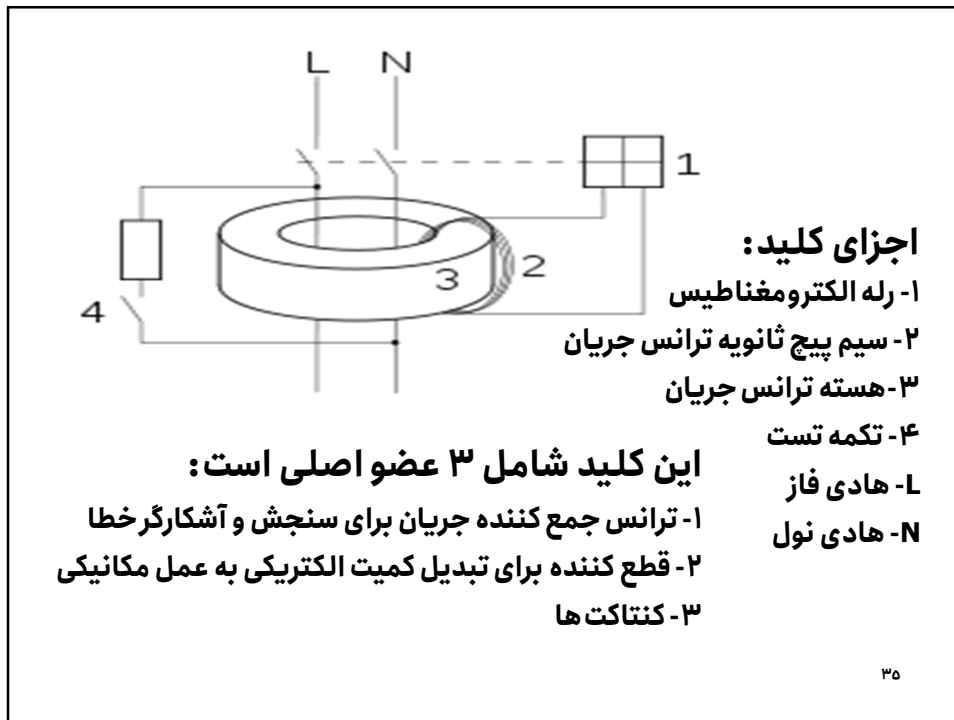


**۴) ایمنی مضاعف**

- استفاده از کلید جریان نشتی به زمین
- یا
- کلید (FI)
- یا
- RCD (Residual Current Protective Device)

**کلید جریان نشتی (FI):**

- این کلید به وسیله مقایسه جریان هایی که از فاز و نول (سیم برگشت جریان) عبور می کنند ، جریان عبوری یا نشتی به زمین (یا ارت) را معین می کند.
- می تواند جریان های نشتی کوچک که باعث عملکرد فیوز نمی شوند ولی برای شروع یک آتش سوزی یا برق گرفتگی کافی می باشند را تشخیص دهد.
- سیم های فاز و نول از داخل یک ترانسفورماتور جریان کوربالانسی عبور می کنند و سیم پیچی ثانویه آن به یک آشکارگر الکترونیکی حساس متصل می شود که می تواند باعث قطع کلید شود که با خط ۲۲۰ ولت و ۵۰ هرتز کار می کند.
- بایستی جمع برداری جریان های خط که از سیم پیچ ترانس جریان (C.T) عبور می کند صفر باشد.



کلید GFCI یا RCBO  
در آمریکا و کانادا به GFCI و در اروپا  
به RCBO نامیده می شود.  
این کلید در مقابل اتصال زمین و  
اضافه جریان قطع می کند.

**Ground fault circuit interrupter**

**Residual Current Circuit Breaker**

**5-30mA , 25-40mS**



۳۷

### توضیح اینکه :

استفاده اصلی از کلید RCD به واسطه جریان نشتی به زمین است.  
لذا برای سیستم های TT و IT و TN-S استفاده می شود ولی برای سیستم TN-C  
استفاده نمی گردد زیرا نول در این سیستم به عنوان هادی محافظ نیز بکار رفته و  
در نتیجه کشف جریان نشتی امکان پذیر نمی باشد. چون وقتی نول از داخل سیم  
پیچ C.T عبور می کند جمع برداری جریان ها همیشه صفر می باشد. به همین دلیل  
سیستم برق داخل منازل و ساختمان ها به صورت TN-C-S احداث می شود.

۳۸

## روش های پیش گیری از برق گرفتگی غیرمستقیم

۱- قطع خودکار منبع تغیه با استفاده از اتصال زمین

۲- عایق بندی مضاعف یا دابل

۳- عایق کردن محیط کار

۴- ترانس ایزوله یک به یک

۵- ولتاژ مجاز یا پایین

۳۹

۱- حفاظت توسط قطع خودکار منبع تغذیه

(فیوز، کلید محافظ خط و دیژنکتور) با استفاده از اتصال زمین

$$\frac{L}{K} S > \sqrt{I^2 \cdot t} \quad \text{سطح مقطع سیم زمین}$$

$I$  = میانگین مقدار مؤثر شدت جریان اتصال کوتاه (A)

$t$  = زمان عملکرد رله در ثانیه برای حداکثر جریان خطا

$k$  = ضریب ثابت مواد متناسب با جنس سیم و عایق آن، برای عایق PVC و سیم

مسی برابر ۱۱۵

$S$  = سطح مقطع سیم زمین بر حسب میلی متر مربع

## ۲ - عایق بندی مضاعف یا دابل

- اگر دستگاه الکتریکی دارای محفظه فلزی باشد برای جلوگیری از برق‌دار شدن بدنه فلزی آن باید از عایق بندی مضاعف استفاده شود. یعنی هادی های برق‌دار وسایل الکتریکی دارای دو لایه عایق می باشند تا در صورت خرابی عایق خطری رخ ندهد.
- پوشش لاک، لعاب و الیاف آغشته به مواد عایق به عنوان عایق محافظ محسوب نمی شوند.
- باید در برابر تنش های مکانیکی، الکتریکی و حرارتی استقامت داشته باشد. نیاز به ارت ندارد و برای وسایل قابل حمل و متحرک استفاده می شود

## ۳ - عایق کردن محیط

- مقاومت عایق کفپوش ها و دیوارها در هیچ قسمت از کف ساختمان و دیوارها که با اختلاف پتانسیل تا AC500V و DC750V سنجیده می شود از ۵۰۰ کیلو اهم و در اختلاف پتانسیل بالاتر یک مگا اهم نباید کوچکتر باشد.
- شرایط فوق باید دائمی باشد و به مرور زمان مقاومتش کم نشود.

### مراحل لغو اجازه کار توسط مجری کار

- ۱- پس از اتمام کار، مجری باید پایان کار را به افراد اعلام و تمامی افراد خود را از تجهیز یا مدار دور کند.
- ۲- مجری موظف است تمام محل کار را بررسی که هیچ ابزاری وسیله ای باقی نمانده باشد و محل را پاکسازی نماید.
- ۳- مجری موظف است تمامی دستگاه های ارت موقتی که خود نصب کرده را از روی مدار جمع آوری نماید.

۴۳

۴- مجری موظف است طبق مقررات مربوطه درخواست لغو اجازه کار را از بهره بردار بنماید.

۵- بهره بردار نیز بایستی به منظور پیش گیری از خطای احتمالی، بعد از درخواست لغو اجازه کار توسط مجری، از مدار یا دستگاه بازدید و پس از اطمینان کامل برق دار نماید.

تذکر: هرکس خود مسؤول ایمنی و مسؤول حفظ جان خود می باشد ولی به هر حال نظارت عالییه برای استفاده از لوازم ایمنی و رعایت دستورعمل ها در کلیه مراحل کار به عهده سرپرست اجرایی است.

۴۴

### لوازم آزمایش مدار فشار متوسط

- تفنگ آزمایش خط هوایی یا تفنگ ارت
- فازمتر مدرج
- فازمتر آژیردار
- ولت متر تکفاز یا فاز به زمین

۴۵

### تفنگ ارت یا آزمایش خط هوایی



۴۶

### استفاده از فازمتر مدرج فشارقوی

- ابتدا با باز کردن مهره وسط فازمتر ، طول آن را به اندازه مناسب باز کنید.
- قبل از نزدیک کردن به مدار توسط تکمه مربوطه، باتری و لامپ آن را آزمایش نمایید.
- دست خود را با استفاده از دستکش عایق در پشت عایق بشقابی انتهایی آن قرار دهید.
- دست دیگر خود را در جیب قرار دهید.
- مواظب باشید دستتان در حوزه برق وارد نشود.

EY



### لوازم آزمایش مدار فشار ضعیف

- استفاده از ولت متر
- استفاده از تستر ولت متر دار
- استفاده از تستر معمولی (فازمتر دوپل)
- استفاده از فازمتر معمولی

تذکر: به هیچ وجه از لامپ سری استفاده نشود.

تذکر: قبل از استفاده از لوازم فوق برای آزمایش، ابزار مربوطه را با دقت بررسی و از عملکرد صحیح آن مطمئن گردید و از لوازم ایمنی مناسب استفاده نمایید..

۴۹

### تذکرات لازم:

۱- حتماً در حالی که هنوز سیم تفنگ آزمایش خط بر روی شبکه هوایی هست بایستی طرفین محل کار را به وسیله دستگاه اتصال زمین موقت، اتصال زمین نمود.

۲- به منظور اتصال زمین کردن شبکه های فشار ضعیف در صورت عدم وجود دستگاه اتصال زمین موقت می توان با یک قطعه سیم هادی، سیم نول شبکه را به سیم های فاز شبکه بست.

۳- پس از قطع مدار برق بایستی فیوزهای آن را برداشته و کارت خطر یا هشدار دهنده بر روی آن نصب شود.

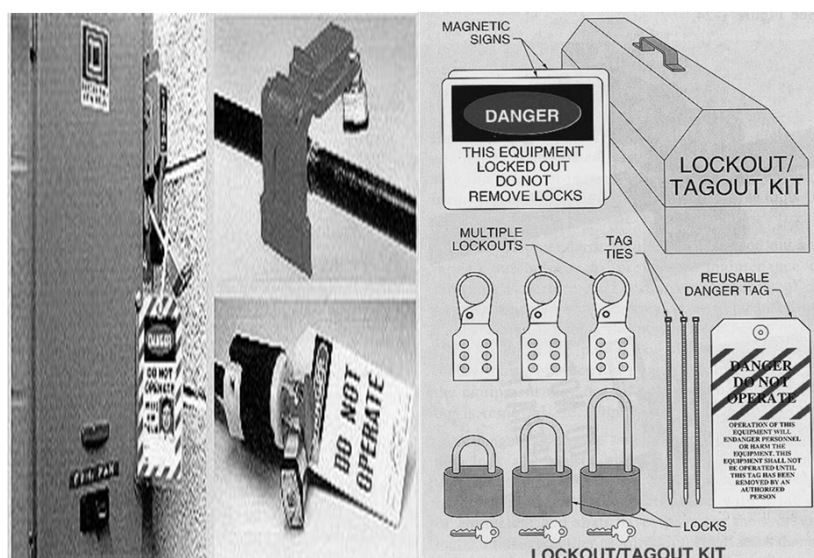
۴- به هنگام کار بر روی مدار فشار متوسط، بهتر است کلید سمت فشار ضعیف آن نیز قطع گردد که برق از آن مسیر برگشت ننماید.

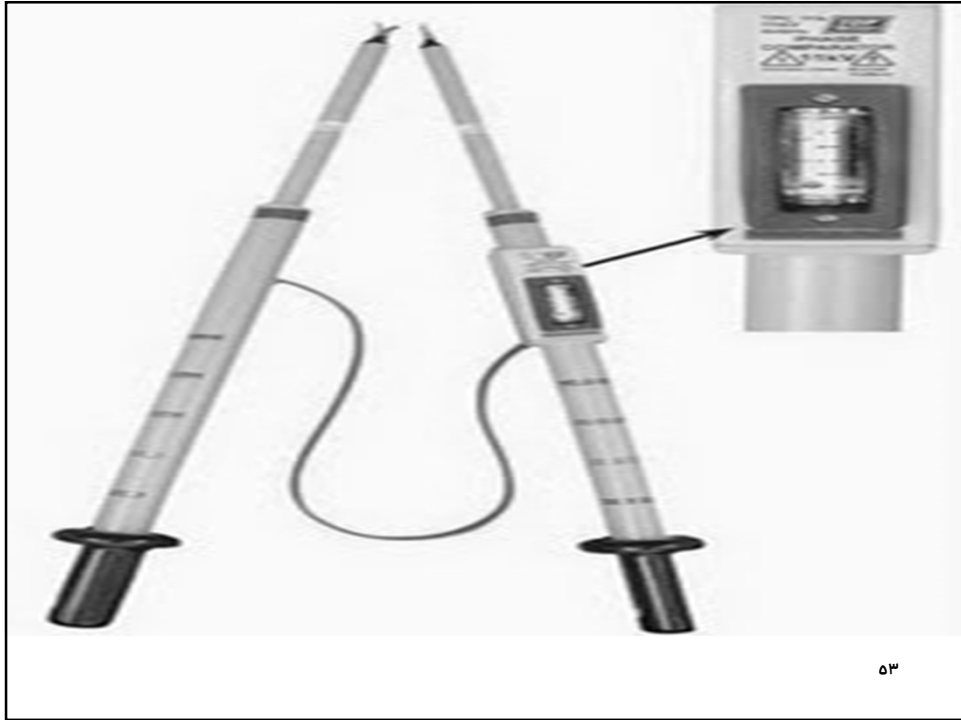
### ایمن سازی محیط کار :

- استفاده از نوارهای رنگی برای محصور کردن محیط و جدا کردن نقاط تضمین
- استفاده از خط کشی رنگی درکارگاه های سرپوشیده و احتمالاً ثابت مانند آزمایشگاه ها
- استفاده از چراغ های خطر برای دادن هشدارهای ایمنی (قرمز، زرد، سبز یا آبی)
- استفاده از علائم فلش روشن برای هدایت مردم به خارج از مسیرکار و محیط خطر
- گمردن نفرجهت دادن هشدار با استفاده از علائم
- استفاده از چراغ های خطرگردان در بالای اتومبیل های کار و محل خطر
- پوشاندن درب گودال ها و منهول ها به هنگام ترک محل برای جلوگیری از سقوط افراد یا خودرو

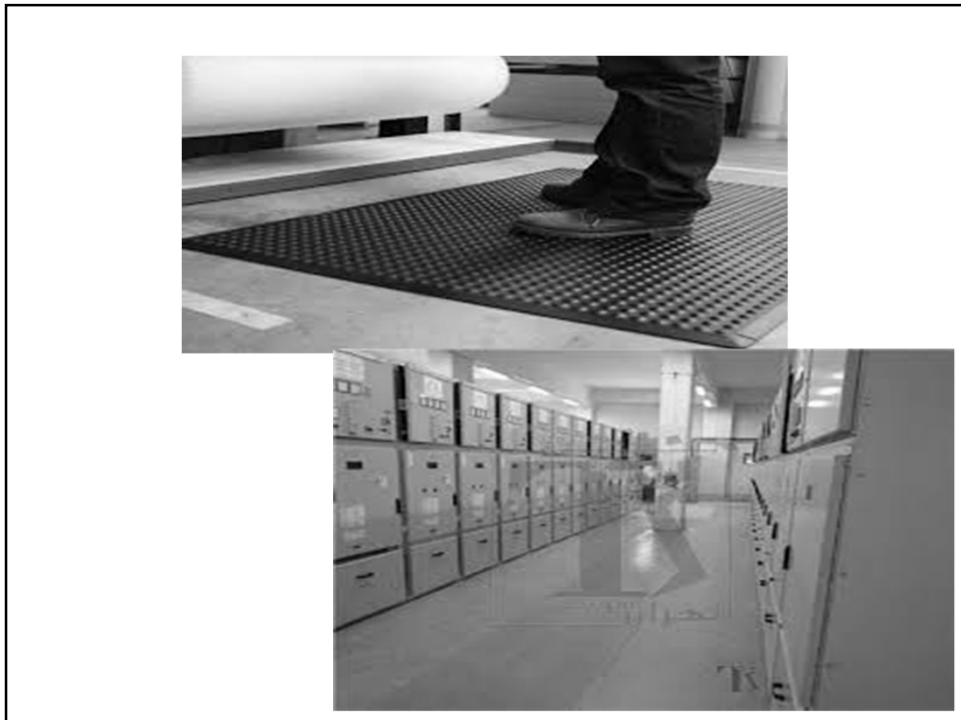
۵۱

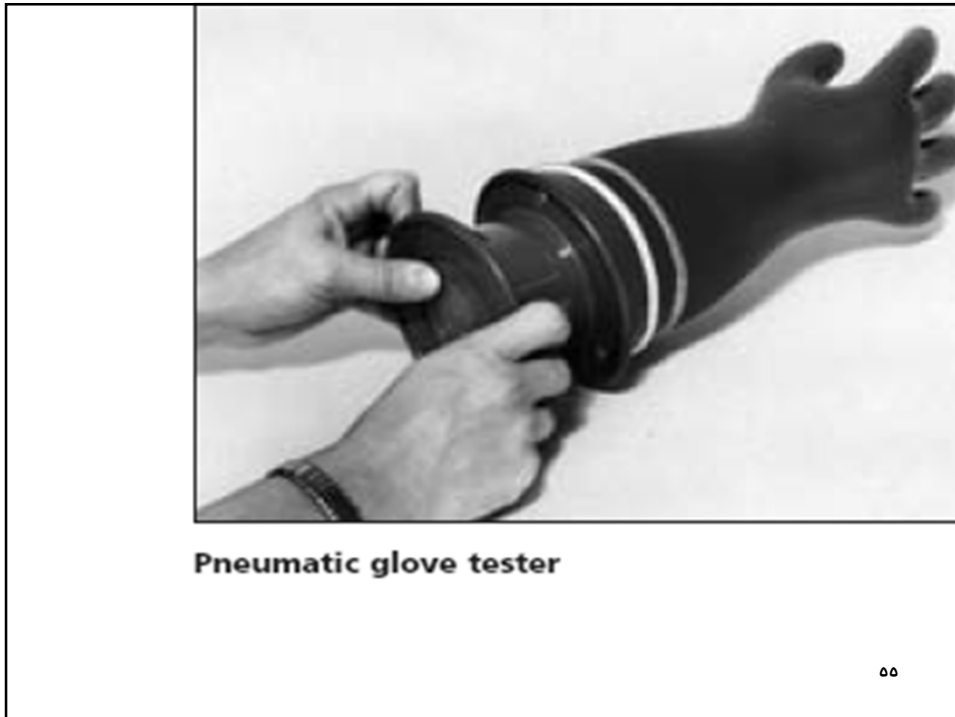
### Lockout devices





۵۳





**ترتیب قطع و وصل کلیدهای فشارقوی**

- بایستی موقع قطع ابتدا دیژنکتور و سپس سکسیونر را قطع کنید.
- بایستی موقع وصل ابتدا سکسیونر و سپس دیژنکتور را وصل کنید.

۵۶

### نکات ایمنی کار بر روی تابلوهای برق:

- ۱- گرفتن اجازه کار
- ۲- استفاده از لوازم ایمنی فردی و گروهی مناسب
- ۳- آزمایش بدنه تابلو و اطمینان از بی برقی قبل از تماس با آن
- ۴- رعایت مقررات و دستورعمل‌های مربوط به نوع کاری که می‌خواهید انجام دهید.
- ۵- موقع قطع و وصل کلید یا فیوز به خصوص قطع، در موقعیت مناسبی قرار گیرید، روبروی کلید یا فیوز قرار نگیرید تا در صورت بروز قوس الکتریکی به صورت شما اصابت نکند.
- ۶- حتی الامکان از فیوزکش برای قطع فیوز استفاده نمایید.
- ۷- هرگز فیوز یا کلید را با فیوز یا کلید با آمپراژ بالاتر از آمپراژ نامی مدار مربوطه تعویض نکنید.

۵۷

### نکات ایمنی کار بر روی تابلوهای برق:

- ۸- موقع قطع فیوزهای تکی، ابتدا از سمت منبع تغذیه قطع و موقع وصل از سمت بار وصل کنید.
- ۹- موقع قطع یا وصل کلید یا فیوز، از دستکش عایق استفاده کنید.
- ۱۰- موقع برخورد با کلید تریپ کرده یا فیوز سوخته در تابلو، قبل از وصل یا تعویض حتماً مدار را آزمایش کنید و علت قطع را بررسی نمایید.
- ۱۱- در صورتیکه کلید اتوماتیک در مرحله تریپ قرار دارد ابتدا آن را قطع و سپس وصل نمایید.
- ۱۲- هیچ وقت از سیم یا فلز برای جایگزینی یا تعمیر فیوزها استفاده نکنید.

۵۸

## روش های ایجاد الکتریسیته ساکن

کلیه اجسام می توانند به طرق زیر دارای الکتریسیته ساکن شوند:

- بر اثر تماس یا قطع تماس با یکدیگر
- بر اثر وارد آمدن فشار یا اعمال کشش به آنها
- بر اثر گرم یا سرد شدن
- بر اثر خرد شدن
- بر اثر تبخیر شدن
- بر اثر سایش و اصطکاک
- بر اثر القاء.

۵۹

## خطرات الکتریسیته ساکن

شرایط روشن شدن مواد قابل اشتعال بر اثر الکتریسیته ساکن:

۱. عامل ایجاد الکتریسیته ساکن.
  ۲. تجمع جرقه های ساکن.
  ۳. تماس جرقه ها با مواد قابل اشتعال.
- جلوگیری از تولید الکتریسیته ساکن مشکل است؛ اما کنترل خطرات آن تنها با جلوگیری از تجمع آن ها امکان پذیر می باشد.

۶۰

### کنترل الکتریسیته ساکن

هدف، ایجاد مسیری برای پیوستن یا ترکیب مجدد بارهای جدا شده قبل از اینکه اختلاف پتانسیل لازم برای تولید جرقه ایجاد شود:

چهار روش معمول برای رسیدن به این مقصود عبارتند از:

- همبندی و اتصال زمین.
- مرطوب سازی.
- مواد افزودنی (ماده ای که برای افزایش خواص ماده دیگری به آن اضافه می شود)
- جمع کننده ساکن یا ایستا

۶۱

### تعریف زمین الکتریکی :

کلمه "زمین" در کارهای برقی به زمینی اطلاق می شود که دارای پتانسیل صفر باشد.

### تعریف اتصال زمین یا ارت :

اتصال مصنوعی و عمدی هادی های نول و حفاظتی و بدنه های هادی تجهیزات مدار الکتریکی را به زمین، اتصال زمین یا ارت می گویند.

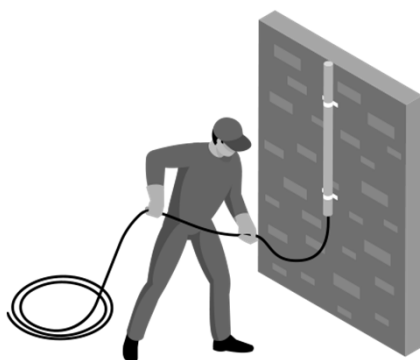
## انواع اتصال زمین یا ارت :

الف: اتصال زمین موقت یا سیار

- به منظور جلوگیری از برق گرفتگی به هنگام انجام کارهای اجرایی و تعمیراتی و فقط در مدت زمان مربوطه استفاده می شود.

ب: اتصال زمین دائم یا ثابت

- اتصال زمین حفاظتی
- اتصال زمین الکتریکی



## شرایط اتصال زمین موقت

- داشتن حداقل مقاومت زمین ( استفاده از اتصال زمین دائم در دسترس یا اسکلت زمین شده مطمئن یا نصب الکتروود زمین موقت)
- کابل اتصال زمین با مقطع کافی (۱۶ یا ۲۵ میلیمتر مربع)
- روکش کابل اتصال زمین شفاف تا هر نوع قطع شدگی یا خرابی در هادی دیده شود.
- بست های مربوطه سالم و بدون زنگ زدگی و اتصال کامل باشد.
- در نزدیکترین نقطه به محل کار نصب شود. (قابل رویت باشد)
- سیم ارت موقت به اندازه کافی از بدن فرد فاصله داشته باشد.

### اتصال زمین حفاظتی (تجهیزاتی):

زمین کردن کلیه قطعات فلزی یا بدنه های هادی تأسیسات الکتریکی که در ارتباط مستقیم با مدار الکتریکی نیستند. این روش برای حفاظت اشخاص در مقابل ولتاژ تماسی می باشد.

### اتصال زمین الکتریکی (سیستمی):

- زمین کردن نقطه ای از دستگاه الکتریکی که جزئی از مدار الکتریکی است و برای حفاظت دستگاه ها بکار می رود.
- این زمین کردن به خاطر کار صحیح دستگاه ها و جلوگیری از افزایش ولتاژ فازهای سالم نسبت به زمین در موقع تماس یکی از فازها با زمین صورت می گیرد .
- مانند زمین کردن سیم نول شبکه و مرکز ستاره ترانس و ترمینال k ثانویه p.t و c.t



Live . Learn . Grow

شرکت مهندسی و آموزشی کادیک  
KADIK Engineering & Educational Co.

اصفهان . خیابان وحید . حدفاصل چهارراه رودکی و خاقانی  
روبروی بانک تجارت . شرکت مهندسی و آموزشی کادیک  
☎ (۰۳۱) ۹۵۰۲۵۰۱۶ 📠 (۰۲۱) ۴۳۸۵۸۷۰۵ 📠 ۰۹۱۰۳۵۱۲۸۷۱  
📧 #kadikir 📧 kadikAcademy@outlook.com  
🌐 www.kadikAcademy.ir 🌐 www.hsefa.ir